



HAL
open science

Régulation des apprentissages et évaluation formative : quels regards didactiques ?

Julie Horoks, Michella Kiwan-Zacka, Julia Pilet, Eric Roditi, Mariam
Haspekian

► To cite this version:

Julie Horoks, Michella Kiwan-Zacka, Julia Pilet, Eric Roditi, Mariam Haspekian. Régulation des apprentissages et évaluation formative : quels regards didactiques ?. La Pensée Sauvage, pp.429-452, 2019. hal-01612783

HAL Id: hal-01612783

<https://hal.science/hal-01612783v1>

Submitted on 19 Dec 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

RÉGULATION DES APPRENTISSAGES ET ÉVALUATION FORMATIVE : QUELS REGARDS DIDACTIQUES ?

Julie Horoks*, Michella Kiwan-Zacka**, Julia Pilet***, Eric Roditi****, Mariam Haspekian*****

RESUME 10

Ce texte rend compte d'un atelier proposé dans le thème de l'évaluation, qui visait à faire manipuler aux participants les outils de recherche que nous avons construits pour analyser les pratiques enseignantes d'évaluation et leur évolution. Dans une première séance, nous avons présenté des outils pour analyser des tâches algébriques proposées par des enseignants, pour caractériser leurs choix pour l'enseignement de l'algèbre et pour l'évaluation sommative de leurs élèves sur ce domaine. Les deux séances suivantes ont porté sur l'analyse de pratiques d'évaluation formative en classe et des interactions entre l'enseignant et les élèves, à travers à la fois le discours mathématique proposé ou favorisé par l'enseignant, et son appui plus ou moins important sur les résultats, procédures et connaissances des élèves repérés pendant leur activité. Nous avons illustré ces différentes méthodologies à l'aide de données tirées de nos recherches respectives.

Mots clefs : évaluation, pratiques enseignantes, développement professionnel, interactions, algèbre

ABSTRACT

We had the goal, for our workshop, to bring the participants to use the research tools that we have designed to analyze assessment practices of the teachers and their evolution. In a first session, we presented tools to analyze the algebraic tasks proposed by teachers, to characterize their choices for the teaching of algebra and for the summative evaluation of their students in this field. The following two sessions focused on the analysis of classroom formative assessment practices and teacher-student interactions, through both the mathematical discourse proposed or favored by the teacher, and his or her more or less important awareness and use of the results, procedures and knowledge of the students, that can be identified during their activity. We have illustrated these different methodologies using data from our respective research.

Key words : assessment, teaching practices, professional development, interactions, algebra

Ce texte présente des outils méthodologiques construits pour interroger les pratiques enseignantes d'évaluation de manière à mettre en lumière les logiques de ces pratiques, au-delà de leur variabilité. Ces recherches ont été menées, parfois de manière indépendante, mais avec le souci commun de questionner l'adaptation aux élèves des pratiques d'enseignement en classe, tant au niveau du scénario qu'à celui du déroulement. Cela nous a conduit vers le champ des recherches en évaluation où sont développés les concepts de régulations des apprentissages, d'évaluation sommative ou formative, etc. Après une brève présentation de nos sources théoriques, nous explicitons et mettons en œuvre des outils méthodologiques - tels qu'ils l'ont été dans le cadre du TD de l'école d'été - pour l'analyse d'une évaluation sommative au sein du scénario d'enseignement, puis, d'évaluations formatives étudiées aux niveaux local et micro du déroulement. Des exemples de résultats obtenus par la mise en œuvre de ces outils sont proposés.

PRÉSENTATION DU CADRE D'ANALYSE DES PRATIQUES D'ÉVALUATION

Comme indiqué précédemment, la volonté de prendre en compte l'adaptation des pratiques d'enseignement à l'activité des élèves nous a conduits à l'analyse des pratiques d'évaluation.

* Université Paris Diderot, LDAR, France

** Université Saint Joseph de Beyrouth, Liban

*** Université Paris Diderot, LDAR, France

**** Université de Paris, EDA, F-75006, France

**** Université de Paris, EDA, F-75006, France

***** Université de Paris, EDA, F-75006, France

Nous présentons ici le cadre théorique global de nos recherches, des précisions sont apportées dans la suite du texte à chaque fois que nous présentons des outils méthodologiques.

1. De l'analyse des activités en classe à celle des pratiques d'évaluation

Nos hypothèses sur l'enseignement et l'apprentissage reposent sur la théorie de l'activité (Leontiev 1975/1984 ; Leplat 1997 ; Robert & Rogalski, 2002) : c'est en grande partie à travers les activités mathématiques des élèves que leurs apprentissages se font, activités elles-mêmes provoquées en grande partie par les tâches qui leur sont données à faire. Les tâches ont donc une place centrale dans nos analyses, pour caractériser les pratiques des enseignant.e.s par le choix de tâches proposées aux élèves et le déroulement effectif de la résolution de ces tâches en classe ainsi que les apprentissages qui pourraient en découler.

Pour mettre en lien nos analyses des activités des élèves et celles de l'enseignant.e, nous avons convoqué des notions développées dans le champ des recherches en évaluation. Nous considérons en effet que les récents travaux sur l'évaluation concourent aux analyses visant à prendre en considération les élèves « réel.le.s » et leurs activités mathématiques effectives pour construire un enseignement adapté. Nous nous référons pour cela à la définition de De Ketele & al. (1997) pour qui

« évaluer signifie :

- recueillir un ensemble d'informations suffisamment pertinentes, valides et fiables
- examiner le degré d'adéquation entre cet ensemble d'informations et un ensemble de critères adéquats aux objectifs fixés au départ ou ajustés en cours de route ;
- en vue de prendre une décision. » (De Ketele & al., 1997, p. 34.)

Aussi, nous entendons par « pratique d'évaluation » des apprentissages des élèves, tout ce qui dans la pratique de l'enseignant.e participe à :

- une prise d'informations sur les activités mathématiques des élèves et / ou les connaissances mathématiques que ces activités mobilisent, qui peuvent être repérées à différents niveaux : dans les résultats produits par les élèves ou les procédures qui les ont mené.e.s à ces résultats, à travers la résolution d'un ensemble de tâches choisies de manière à couvrir le domaine mathématique considéré ;
- une interprétation de ces informations, en référence à des éléments qui peuvent être variés et plus ou moins locaux (les réponses attendues par l'institution à un niveau donné, ou par l'enseignant.e dans un établissement donné, voire pour une classe ou un élève particulier), mais aussi en référence à une analyse a priori des tâches prescrites aux élèves, relative aux savoirs mathématiques visés et à la façon de les mobiliser avec plus ou moins d'expertise dans ces tâches ;
- une exploitation enfin de ces informations, à plus ou moins court terme (selon que cela infléchit le projet d'enseignement immédiatement ou lors de futures séances), donc à la fois à travers l'organisation des interactions avec les élèves, l'élaboration du discours mathématique porté sur leurs productions pour les valider ou les invalider, les liens tissés entre ces productions et les savoirs visés, mais aussi plus globalement la régulation des apprentissages (Allal & Mottier Lopez, 2007) pour l'ensemble de la classe ou pour certains élèves en particulier.

Notre référence à la Double Approche (Robert & Rogalski, 2002) nous conduit à prendre en compte, de manière classique avec ce cadre, les composantes cognitive, médiative, institutionnelle, sociale et personnelle du métier d'enseignant.e. Pour ce qui est présenté ici, la spécificité des pratiques d'enseignement des mathématiques est prise en compte en particulier à travers les tâches mathématiques choisies et effectivement implémentées en classe, en tenant compte des déroulements associés et de leur influence potentielle sur les activités mathématiques des élèves. Cela nous amène, pour un contenu mathématique donné, à faire

une étude épistémologique et didactique des notions en jeu, que nous détaillerons par la suite pour les contenus algébriques sur lesquels nous avons choisi de nous pencher ici.

2. Différentes fonctions de l'évaluation dans les pratiques des enseignant.e.s

La prise en compte des différentes contraintes et marges de manœuvre liées au métier d'enseignant.e, et en particulier relativement à la composante institutionnelle des pratiques, nous permet d'envisager le fait que l'évaluation n'a souvent pas pour seule fonction de faire apprendre des mathématiques aux élèves. L'évaluation des apprentissages, plutôt sommative, est souvent plus présente que l'évaluation pour l'apprentissage à visée formative (Bodin, 2015). D'où l'importance d'analyser les pratiques pour mieux comprendre les fonctions données à l'évaluation par les enseignant.e.s.

Nous utilisons les catégorisations usuelles de l'évaluation (diagnostique, formative, sommative), largement présentes dans la littérature professionnelle (Rey & Feyfant, 2014) même si nous interrogeons leur fonction. En effet, même si cette catégorisation permet de situer la temporalité des tâches d'évaluation dans une séquence d'enseignement, elle ne permet pas de rendre compte du fait qu'elles peuvent avoir plusieurs finalités. Ces tâches permettent parfois de prendre de l'information sur ce que les élèves savent déjà, pour pouvoir aborder de nouveaux apprentissages (évaluation diagnostique), tout en faisant le bilan de ce qu'ils/elles viennent d'apprendre (évaluation sommative) et en donnant à l'enseignant.e les moyens d'adapter le contenu des futures séances ou séquences (évaluation formative).

La définition de l'évaluation formative – évaluation permettant d'adapter l'enseignement aux apprentissages – a été élargie au cours du temps (Allal & Mottier Lopez, 2005). Si elle a d'abord été considérée comme un événement spécifique qui a lieu après une phase d'enseignement, on y inclut maintenant également les interactions menées de manière plus informelle et pouvant être intégrées dans chaque activité d'enseignement et d'apprentissage. Hadji (1989, p. 175) souligne, pour une évaluation formative efficace, l'attention à porter au choix des tâches, en lien avec les processus d'apprentissage de savoirs précis : « ... des tâches qui correspondent aux comportements significatifs de la discipline enseignée, et qui soient centrés sur des obstacles spécifiques, exigeant la mise en œuvre des compétences visées à travers la discipline ».

Suivant les fonctions données à l'évaluation par l'enseignant (faire apprendre / satisfaire l'institution) comme par les élèves (acquérir de nouveaux savoirs / avoir une note suffisante), celle-ci peut participer directement ou non aux apprentissages des élèves. En particulier, la nature formative de l'évaluation nous semble dépendre à la fois des tâches sur lesquelles les élèves sont formellement évalué.e.s et à leur lien avec les tâches proposées lors des séances d'enseignement, mais aussi à la façon dont l'enseignant s'appuie effectivement sur les activités mathématiques effectives des élèves lors de la résolution de ces tâches, pour leur permettre d'apprendre. Nous étudions aussi les responsabilités qui sont laissées aux élèves dans ce processus, et dont nous pensons qu'elles ont une influence potentielle sur leurs apprentissages.

Nous présentons ci-dessous nos outils d'analyse des pratiques d'évaluation d'abord sur le choix tâches lors des contrôles écrits relativement aux tâches enseignées, puis sur les déroulements, lors de moments plus informels relevant potentiellement d'évaluation formative, dans le quotidien de classe.

ANALYSE DU SCÉNARIO :

TÂCHES D'ENSEIGNEMENT VS TÂCHES D'ÉVALUATION SOMMATIVE

C'est plus particulièrement la composante cognitive des pratiques enseignantes qui nous intéresse ici, et nous accordons une place centrale aux contenus mathématiques enseignés :

l'algèbre élémentaire du collège. Nous présentons nos outils pour analyser l'ensemble des tâches proposées en algèbre par un.e enseignant.e dans sa classe, y compris lors des évaluations formelles. Nous cherchons à comparer les tâches proposées pendant la séquence d'enseignement et celles données lors des évaluations formelles pour analyser d'éventuels écarts, et apprécier ainsi le rapport de l'enseignant.e à la fois à l'enseignement et à l'apprentissage de l'algèbre et à l'évaluation des élèves.

1. Une praxéologie de référence pour analyser les tâches

Nous caractérisons toutes les tâches choisies par un.e enseignant.e pour sa classe dans la séquence d'introduction à l'algèbre, relativement à l'ensemble des types de tâches représentatifs du domaine. Cet ensemble de types de tâches du domaine est défini dans le cadre de la théorie anthropologique du didactique (Chevallard, 1999) qui propose une modélisation de l'activité mathématique en praxéologie mathématique : toute activité mathématique relève d'un type de tâches, réalisé à travers une technique, justifié par une technologie, elle-même justifiée par une théorie. Grugeon-Allys (2016) et Pilet (2015) ont défini une praxéologie mathématique de référence (Bosch & Gascon, 2005) pour l'algèbre élémentaire, qui repose sur l'analyse épistémologique et didactique du domaine. Nous nous intéressons ici uniquement aux expressions algébriques, pour lesquelles la praxéologie de référence comprend trois blocs, justifiés par les technologies mathématiques mises en jeu :

- le premier porte sur la génération des expressions algébriques avec les types de tâches : *Produire une expression dans les problèmes relevant de l'algèbre* (généralisation, modélisation preuve), *Traduire* et *Associer des expressions algébriques à différents registres* ;
- le deuxième concerne l'identification et la structure des expressions et regroupe les types de tâches : *Identifier la structure*, *Tester / Prouver l'équivalence de deux expressions algébriques* et *Choisir l'expression la plus adaptée* ;
- enfin, le troisième groupe concerne la transformation avec les types de tâches : *Substituer*, *Réécrire*, *Développer* et *Factoriser*.

Complexité et niveaux de mise en fonctionnement

Nous complétons cette analyse exhaustive des types de tâches proposés lors de la séquence par une analyse de la complexité de chaque tâche prescrite : pour chaque tâche d'un type donné, nous considérons les techniques ou connaissances mathématiques à mobiliser, et les adaptations que les élèves sont amenés à en faire. Nous caractérisons le niveau de mise en fonctionnement (NMF) des connaissances mathématiques mobilisées (Robert, 1998), en fonction du fait qu'il s'agisse d'une simple reconnaissance des modalités d'application de cette connaissance ou d'une application isolée d'une technique (NMF1), ou qu'il soit nécessaire de convoquer des types de tâches intermédiaires (NMF2), ou encore qu'il y ait besoin de faire des choix (de raisonnement, de registre...) laissés à la charge de l'élève (NMF3). Un niveau de mise en fonctionnement est très relatif au niveau de classe et peut évoluer pour les élèves d'une même classe au cours d'une année, suivant le moment de l'étude (Chevallard, 1999). Nous illustrons nos analyses sur un exemple dans ce qui suit.

Exemple d'analyse d'une tâche

Nous proposons deux tâches associées, relevant du type *Prouver l'équivalence de deux programmes de calculs*, mais de niveaux de mise en fonctionnement différents (cf. tableau 1).

Énoncés	Voici deux programmes de calcul : Programme A : <ul style="list-style-type: none"> • Prendre un nombre • Ajouter 7 • Multiplier par 3 Programme B : <ul style="list-style-type: none"> • Prendre un nombre • Multiplier par 3 • Ajouter 21 	
	<p>Tâche 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Traduire chacun des deux programmes par une expression littérale 2. A l'aide des expressions littérales des programmes A et B, démontrer que pour tous les nombres choisis au départ, les deux programmes donneront le même résultat. 	<p>Tâche 2</p> <p>Ces deux programmes de calcul donnent-ils toujours le même résultat ? Justifier</p>
Prouver l'équivalence de deux programmes de calcul	NMF1	NMF3
Traduire	NMF1 et NMF2	NMF1* et NMF2*
Développer	NMF1*	NMF1*

Tableau 1. – Analyse de tâches relevant du type « Prouver l'équivalence entre programmes de calculs »

Pour la tâche 1, la question 1 relève du type de tâche *Traduire*, de NMF 1 pour le programme B et de NMF 2 pour le programme A (en raison de la nécessité d'utiliser des parenthèses). La question 2 relève du type *Prouver l'équivalence entre deux programmes de calcul* au NMF 1 puisque les expressions algébriques sont déjà établies dans la question précédente même si l'élève a à sa charge de l'utiliser pour répondre. De plus l'élève doit convoquer le sous-type de tâches *Développer* avec un NMF 1, et comme c'est l'élève qui a à sa charge de reconnaître ce type de tâches, nous l'indiquons par le symbole « * » dans l'analyse de l'ensemble des tâches.

Dans la tâche 2, il s'agit de *Prouver l'équivalence* au NMF 3 car aucune indication à utiliser l'algèbre n'est donnée. De plus, plusieurs sous-types de tâches sont ensuite à convoquer par l'élève : *Traduire* et *développer*.

3. Analyse des tâches chez un enseignant en classe de 3^e (grade 9)

Dans le cadre d'un travail collaboratif de recherche avec des enseignants de collège en Zone d'Éducation Prioritaire de la région parisienne, nous avons analysé l'ensemble des tâches proposées sur les expressions algébriques par l'un d'entre eux à sa classe de 3^e (cf. tableau 2). Nous distinguons les tâches travaillées en classe (en noir), de celles travaillées en « devoir à la maison » (en gris) ou données en évaluation formelle (en gras). Le nombre 1, 2 ou 3 indique le niveau de mise en fonctionnement. Le codage * indique que la convocation du type de tâche était à la charge de l'élève.

Sur l'année, l'ensemble des types de tâches indiquées ci-dessus a été rencontré par les élèves, et nous considérons par conséquent que le domaine algébrique considéré a été couvert. Ceci a pu permettre non seulement aux élèves de travailler l'ensemble des compétences algébriques visées, mais aussi, par ailleurs, à l'enseignant d'apprécier potentiellement l'acquisition de l'ensemble de ces compétences par les élèves. Ainsi, même si la couverture du domaine, par le choix de tâches proposées, ne relève pas directement de l'évaluation, elle nous semble y être liée. Un.e enseignant.e qui, par exemple, ne reviendrait pas sur les raisons

d'être de l'algèbre (par choix ou par contrainte) à travers les tâches proposées, pourra difficilement repérer les élèves qui donnent peu de sens aux expressions algébriques, et aura probablement du mal à mettre en place une évaluation formative favorisant ces apprentissages.

L'analyse de l'ensemble des tâches (cf. tableau 2) dévoile que, chez cet enseignant, le niveau de complexité des tâches varie en fonction des modalités :

- en classe : la complexité des tâches proposées est variable. En outre, apprécier ce qui est effectivement laissé à la charge des élèves requiert une analyse complémentaire du déroulement ;
- à la maison : les types de tâches sont déjà rencontrés en classe mais souvent proposés à la maison avec de sous-types de tâches à la charge des élèves (codage *) ;
- en contrôle : les types de tâches ont déjà été rencontrés en classe, souvent de façon répétitive, avec des niveaux de complexité équivalents.

Type de tâches	Séquence 1 « Calculs numériques »	Séquence 2 « Factoriser »	Séquence 3 « Programmes et développement »	Séquence 4 « Identités remarquables »
Conjecturer			Exercice : 1,1,1,1,1 Contrôle 1	Exercice : 1 DM : 1 Contrôle : 1,1
Prouver à l'aide d'un contre-exemple			Exercice : 1, 2, 2, 3, 3, 3 Contrôle : 2	
Modéliser / généraliser	Devoir maison : 2			
Prouver une propriété ou l'équivalence de PC				Exercice : 2 Devoir maison : 3 Contrôle : 2, 2, 2
Traduire Associer	Exercice : 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2 Devoir maison : 1* Contrôle : 2		Exercice : 1, 1, 1*, 2, 2, 2, 2, 2*, 2*, 2* Contrôle : 1, 2, 2	Exercice : 2, 2, 2 Devoir maison : 1*, 2 Contrôle : 2, 2
Prouver l'équivalence			Exercice : 1	Contrôle : 3
Déterminer la structure				
Développer			Exercice : 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1*, 1*, 1*, 1*, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2*, 2* Contrôle : 2, 2, 2, 2*	Exercice : 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2 Devoir maison : 1* Contrôle : 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2
Factoriser		Exercice : 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2 Devoir maison : 1, 2 Contrôle : 1, 2		Exercice : 3, 3, 3, 3, 3, 3
Réduire				
Réécrire				
Substituer	Exercice : 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1			
Calculer (calcul réfléchi)		Exercice : 1, 1, 1		

Tableau 2. – Analyse de l'ensemble des tâches proposées par un enseignant en 3^e sur les expressions algébriques

Il y a donc peu d'écart entre ce qui est évalué (en gris à la maison et en gras en classe) et ce qui est travaillé en amont en classe (en noir). Les types de tâches présents lors de l'évaluation sont ceux déjà travaillés en classe et avec un niveau de mise en fonctionnement des connaissances presque toujours égal ou inférieur.

Nous pouvons aussi remarquer que certaines des séquences en algèbre sont organisées sans qu'il y soit proposé d'évaluation formelle.

Notons que cet enseignant, suite aux apports sur la didactique de l'algèbre que nous avons proposés pendant les trois années de ce travail collaboratif, a fait évoluer l'ensemble des tâches de ses séquences en algèbre les années suivantes, de telle sorte que les raisons d'être des expressions algébriques sont de plus en plus présentes dans les moments de première rencontre ou de reprise de l'algèbre. L'analyse des tâches sur les autres années dévoile que même si les tâches évoluent d'une année à l'autre, le faible écart en ce qui est enseigné et ce qui est évalué est invariant, ce qui est probablement à relier à la fonction donnée à l'évaluation par cet enseignant, qui n'a pas ou peu varié.

Toutefois, il serait nécessaire de prendre en compte le déroulement afin d'analyser ce qui est effectivement laissé à la charge des élèves suite aux interventions de l'enseignant.e. Nos cadres d'analyse des déroulements s'inscrivent dans cette perspective et visent à repérer leurs potentialités à faire apprendre et donc à favoriser une évaluation formative des apprentissages des élèves.

ANALYSE DES DÉROULEMENTS AUX NIVEAUX LOCAL ET MICRO

L'analyse précédente, portant uniquement sur les tâches algébriques, nous donne à voir les choix de l'enseignant en ce qui concerne l'enseignement de l'algèbre et l'évaluation des élèves, et nous permet déjà de caractériser une pratique et ses éventuelles évolutions. Mais pour pouvoir déterminer l'offre réellement faite aux élèves, il nous faut analyser non seulement les énoncés de ces tâches, mais aussi le déroulement effectif qui y est associé. Ce déroulement nous donne à voir les activités mathématiques qui ont pu en découler pour les élèves, y compris dans les interactions avec l'enseignant.e, et nous permet de faire des hypothèses sur leurs apprentissages potentiels. La façon dont les tâches proposées sont modifiées – souvent réduites – par les enseignant.e.s lors du déroulement en classe, et les effets possibles sur les apprentissages, ont déjà été étudiés (Horoks, 2008). Ce qui nous intéresse ici, c'est la façon dont, pendant et après la réalisation de ces tâches, se déroulent les interactions entre enseignant.e et élèves, interactions qui peuvent relever de l'évaluation formative, pour faire apprendre.

1. Analyse locale : critères de comparaison des moments de mise en commun en classe

Nous nous penchons donc sur les moments de mise en commun en classe, qui suivent un temps de recherche des élèves sur une tâche mathématique, de découverte, d'entraînement, de réinvestissement, ou même issue d'une évaluation de type sommatif. Nous faisons une différence entre une correction, dans laquelle seraient données la ou les réponses attendues, et une *mise en commun* (Rouchier, 1980) des réponses apportées par les élèves dans laquelle les réponses sont débattues et validées ou invalidées collectivement. Les échanges ayant lieu lors de cette phase du travail en classe dépendent bien évidemment de la nature de la tâche proposée aux élèves (en termes de types de tâches, de niveau de mise en fonctionnement mais aussi de moment de l'étude) et des modalités de travail sur cette tâche (avec plus ou moins de temps et d'autonomie pour les élèves).

Pour analyser les interactions ayant lieu à l'issue de la recherche sur une tâche par les élèves, et décrire comment le processus de prise d'informations / interprétation / exploitation des informations intervient alors, nous mettons en œuvre plusieurs outils.

Nos outils d'analyse

Nous développons ci-après trois de nos principaux outils d'analyse des interactions entre enseignant.e et élèves.

Proximité avec l'activité mathématique effective des élèves. La prise en compte par l'enseignant des productions effectives des élèves, qui nécessite une prise d'informations sur ce que les élèves ont fait pendant le temps de recherche, participe selon nous à une évaluation potentiellement formative pour les élèves. Nous étudions alors quelles sont les productions qui sont partagées avec l'ensemble de la classe, quelle est leur variété en termes de résultats obtenus, voire de procédures utilisées, mais aussi en termes d'erreurs possibles par rapport à ce qu'on aurait pu en attendre a priori. Cela nécessite alors une catégorisation, a priori et a posteriori, en termes de procédures sous-jacentes.

Nous faisons l'hypothèse que le fait de se placer au plus près de ce que les élèves ont produit, en tenant compte de la diversité de ces productions et des contraintes de la classe (temps, tâche déjà rencontrée, etc.), pour réduire la distance entre activités des élèves et mathématiques visées, devrait permettre de se placer dans la « zone proximale de développement » (Vygotski, 1934/1997) d'une partie au moins des élèves, pour favoriser les apprentissages qui pourraient découler du travail sur la tâche concernée.

Profondeur des arguments mathématiques portés par l'enseignant sur l'activité des élèves. Nous étudions aussi les retours que l'enseignant fait aux élèves sur leurs productions, pour regarder les liens qui sont alors tissés entre leurs activités mathématiques et les connaissances mobilisées, à travers les procédures utilisées ou les résultats obtenus. Nous cherchons ainsi à repérer avec quels types d'arguments l'enseignant.e fait des retours aux élèves sur ces productions, et comment ces arguments mettent ou non les mathématiques en avant, afin de voir quelles sont les références explicitement faites par l'enseignant.e pour justifier, comparer, valider ou invalider les propositions des élèves, et qui peuvent être relatives :

- à l'institution (ce qui est attendu en classe de 3^e) ;
- à la classe (en lien avec des tâches similaires déjà effectuées, avec ce qui est attendu par l'enseignant.e) ;
- aux élèves (comparaison avec des productions antérieures d'un même élève, ou entre les productions de plusieurs élèves) ;
- aux mathématiques elles-mêmes (mise en évidence des connaissances mobilisées pour résoudre la tâche ou pour contrôler le résultat obtenu).

Nous analysons les interventions de l'enseignant.e suivant la nature du discours technologique qu'il ou elle produit pour expliciter, justifier et valider ou invalider les techniques mises en jeu à partir des propriétés mathématiques. Ce discours peut être absent, inadapté car se référant à des justifications d'ordre légal (« on n'a pas le droit de », Grugeon-Allys, 2016), faible (Wozniak, 2012) s'il est limité à la seule description de la technique dans un rapport de formulation non encore abouti, ou fort s'il présente la description et la validation de la technique en faisant référence aux propriétés mathématiques.

Ainsi suivant la façon dont ce discours fait explicitement ou non référence aux propriétés mathématiques, il participe plus ou moins, selon nous, à l'accès au raisonnement mathématique attendu, amène plus ou moins les élèves à comprendre l'écart entre ce qu'ils ont produit et ce qui est attendu, et leur permet ou non de le réutiliser dans des tâches similaires ou plus complexes. Par rapport aux *proximités discursives* définies par Chappet-Pariès et al. (2017), permettant de repérer dans le discours enseignant les liens tissés entre les connaissances générales et leur usage contextualisé, nous rajoutons donc ici l'analyse de la prise en compte par l'enseignant des productions ou connaissances effectives et variées des élèves dans la classe.

Implication des élèves dans les différents processus. Nous considérons enfin que le fait de donner aux élèves des initiatives dans les processus d'évaluation que sont la formulation, la comparaison et la hiérarchisation des procédures, leur justification, validation ou invalidation, de même que dans la synthèse et la décontextualisation éventuelle des connaissances ou techniques utilisées, favorise la mise en place d'une évaluation formative.

Un exemple : analyse d'un moment de mise en commun

Nous analysons ici un extrait de transcription issu d'une séance de classe de 3^e d'un autre enseignant du groupe de travail collaboratif, dans le même établissement scolaire que précédemment. La transcription des interactions entre enseignant et élèves est donnée en annexe 1. La tâche donnée aux élèves consiste à effectuer le calcul réfléchi suivant : $3 \times 128 + 7 \times 128$. Il s'agit d'un exercice d'entraînement de début de séance, reposant sur la factorisation de termes identiques dans une suite de calculs pour se ramener à un produit plus facile à effectuer, ici $(3 + 7) \times 128$, donc finalement 10×128 , avec une multiplication par 10 que les élèves ont automatisée. Cette séance est proposée en fin d'année, juste avant la factorisation en calcul littéral, qui sera introduite par la suite mais la propriété de distributivité de la multiplication sur l'addition a déjà été rencontrée en cours d'année. Ainsi, même s'il ne s'agit pas d'une séance d'algèbre, elle participe au travail de connaissances pré-algébriques nécessaires pour la suite du travail des élèves en algèbre (Kieran et al., 2016).

La tâche proposée ici peut cependant se résoudre de différentes façons. Si les élèves ne reconnaissent pas une structure de calcul où la propriété de distributivité permet de se ramener à un unique produit en factorisant (en faisant la « distributivité dans l'autre sens », cf. annexe 1 ligne 17), ils peuvent aussi revenir à la multiplication vue comme une addition répétée (le 128 est présent 3 fois et 7 fois, donc 10 fois en tout) ou encore effectuer les calculs dans l'ordre (3×128 puis 7×128 et additionner le tout) sans les transformer. Ce ne sont pas ces deux dernières procédures qui sont ici attendues par l'enseignant, mais elles apparaissent dans la séance (annexe 1, resp. lignes 36 et 75) sans être forcément identifiées par l'enseignant.

En ce qui concerne la proximité avec l'activité mathématique préalable des élèves, nous pouvons noter que l'enseignant affiche au tableau une production d'élève (cf. figure 1), erronée, qui est la seule production émanant de la classe.

$$\begin{array}{l} 3 \times 128 + 7 \times 128 \\ 3 + 7 = 10 \\ 10 \times (128 + 128) \\ = 10 \times 256 \\ = 2560 \end{array}$$

Figure 1. – Production affichée au tableau pour amorcer la mise en commun

Cette élève a probablement reconnu une forme développée provenant de la distribution d'un nombre sur les deux termes d'une somme, pour laquelle on peut se ramener à un produit d'un facteur par une somme. Cependant, peut-être par habitude par rapport aux situations déjà rencontrées, elle a placé la parenthèse à droite, avec le facteur 128 qui était à droite dans chacun des deux produits donnés au départ, et n'a donc pas appliqué correctement la propriété connue de distributivité. Plutôt que de le vérifier en développant à nouveau et en comparant le calcul obtenu avec le calcul donné au départ, ce que cherche à faire faire l'enseignant ici, il semblerait plus simple d'effectuer le calcul donné au départ à la calculatrice et de le comparer avec le résultat obtenu.

Par la suite, les élèves de la classe proposent d'autres solutions, dans un ordre visiblement non orchestré par l'enseignant, et par conséquent non hiérarchisé par rapport aux procédures qui y sont mises en œuvre (voir annexe 1 : ligne 30, Yann propose de multiplier 7 par 3, se

trompant dans l'application de la distributivité ; ligne 36, Lydia propose le calcul de 3×128 et 7×128 séparément, sans passer par le calcul réfléchi ; ligne 75, Cyril explique comment on obtient 10×128 en utilisant implicitement l'addition itérée). L'analyse des interactions transcrites dans les lignes 33 à 38 dévoile un écart important entre la procédure proposée par l'élève (effectuer les calculs dans l'ordre) et la justification mathématique déduite par l'enseignant (propriété de distributivité « mal utilisée » sans davantage de précision).

En ce qui concerne la profondeur du discours de l'enseignant en lien avec les mathématiques mobilisées ou visées, nous pouvons noter plusieurs éléments. Comme le résultat affiché au tableau n'est pas invalidé directement, par exemple par la calculatrice, le statut de ce résultat (vrai ou faux) reste inconnu pour les élèves. L'enseignant fait le choix de passer par une tâche de contrôle à partir de la reconnaissance de formes de structures des expressions (cf. annexe 1, ligne 25 : « est-ce que ça correspond ? »). Il prescrit ainsi une nouvelle tâche aux élèves sans pour autant permettre une validation. Le discours technologique est majoritairement absent ou inadapté. La propriété de distributivité est mentionnée mais sans que les conditions de son application ne soient explicitées ce qui aurait permis, en la re-contextualisant ici, d'identifier les différents termes. C'est finalement le recours à la multiplication comme addition répétée, proposée par un élève (ligne 75), qui permettra de convaincre d'autres élèves.

Ainsi même si l'implication des élèves est grande dans la mise en commun, le manque d'informations sur les activités mathématiques des élèves (en termes de procédures effectives parmi les procédures possibles) ne semble pas permettre à l'enseignant d'organiser une mise en commun hiérarchisant ces procédures, qui apparaissent, mais dans un ordre arbitraire. L'absence de retour explicite aux mathématiques en jeu, ici la propriété de distributivité, que l'enseignant ne souhaite pas énoncer formellement, semble rendre difficile l'invalidation de la procédure proposée, et limite la portée du discours technologique de l'enseignant.

Ces outils d'analyse des interactions en classe, et de la façon dont elles mettent en lumière la variété des productions des élèves, et le rôle des mathématiques sous-jacentes, nous permettent de caractériser les pratiques d'évaluation formative des enseignants sur l'enseignement de l'algèbre. Nous pouvons alors pointer des écarts, tant du côté de la prise en compte des procédures effectives des élèves, qu'en ce qui concerne le retour explicite aux propriétés mathématiques mobilisées. Ces outils nous permettent aussi d'envisager les évolutions de ces pratiques sur le temps long, dans le cadre d'un travail collaboratif entre enseignants et chercheurs. Dans le cas présent, nous avons pu constater chez les enseignants participant au travail collaboratif déjà évoqué, une implication accrue de leurs élèves dans les moments de formulation et de validation des productions lors de la mise en commun. En revanche, malgré une disparition progressive d'un discours de type légal chez ces enseignants, nous notons tout de même une certaine stabilité dans le fait de ne pas vouloir remonter jusqu'aux connaissances formelles exprimées dans des cas généraux, avec pour principale raison évoquée par les enseignants, le fait d'enseigner en Zone d'Éducation Prioritaire.

Cette analyse locale des interactions en classe peut être complétée par une analyse micro, qui s'intéresse de plus près aux contenus sur lequel portent les échanges, à travers l'articulation entre les productions des élèves et les mathématiques en jeu, en passant par leurs procédures.

2. Analyse micro : résultats, procédures, connaissances

Les analyses précédentes ont montré comment les déroulements des séances d'algèbre comprenaient des épisodes interactifs entre l'enseignant.e et les élèves, à propos de savoirs mathématiques, correspondant à des moments d'évaluation formative, et plus précisément de régulation des apprentissages (Allal & Mottier-Lopez, 2007). Nous avons toutefois choisi de les qualifier de « régulations didactiques » dans la mesure où ils sont relatifs à la réalisation

de tâches mathématiques, qu'ils sont constitués de productions d'élèves, de leur interprétation par l'enseignant, et des interventions de ce dernier qui peuvent être des aides à la réalisation de la tâche ou des modifications – simplifications – de la tâche à réaliser. C'est l'étude de la « proximité » entre les interventions de l'enseignant.e et les productions des élèves qui ont constitué le fil directeur de ces analyses, en lien avec nos références théoriques sur l'apprentissage, et plus particulièrement à celle de « zone proximale de développement » (Vygotski, 1934/1997).

Nous complétons les outils d'analyses qualitatives locales présentés dans la section précédente par un outil d'analyse au niveau « micro » c'est-à-dire au niveau des activités très courtes de l'enseignant.e, incluses dans les interactions avec les élèves, improvisées quasi-automatiquement (Robert, 2008). Nous avons par ailleurs souhaité pouvoir nous appuyer sur ces analyses pour monter en généralité et nous donner ainsi les moyens de mettre au jour des régularités et variabilités (inter et intra enseignants) dans les interactions enseignant-élèves où le savoir est explicitement en jeu. Nous partons, comme pour l'analyse locale, dans chaque épisode, d'une étude didactique de la tâche et nous en tirons, au niveau micro, des informations portant sur l'activité mathématique des élèves comme sur celle de l'enseignant.e, informations que nous pourrions cumuler afin d'aboutir à des catégories de régulations didactiques suffisamment générales pour une étude concernant des temps plus longs que celui d'un épisode. Ces catégories devant rester stables indépendamment des tâches réalisées en classe, et donc des contenus mathématiques en jeu dans les activités des élèves, nous sommes retournés, pour les élaborer, à la théorie de l'activité (Leontiev, 1975/1984, Leplat, 1997, Rogalski, 2003) où le couple sujet-situation co-détermine l'activité. Ce cadre, dans le cas d'une activité mathématique effectuée par un élève en classe, conduit à associer à l'élève (le sujet) un état de connaissances qui lui permet d'analyser la situation et de redéfinir la tâche prescrite par l'enseignant.e pour mettre en œuvre une procédure conduisant à une production ou un résultat. L'élève effectue généralement cette activité en pensée, il peut aussi l'effectuer verbalement ou par écrit. Le produit observable de son activité peut être un résultat mathématique ; il peut aussi ne pas être un résultat mais une procédure (par exemple si l'élève indique ce qu'il a fait pour réaliser la tâche), ou une connaissance (si l'élève justifie la procédure mise en œuvre à l'aide des propriétés mathématiques qu'elle mobilise).

Les régulations didactiques et leurs catégorisations

Différents « feedbacks » ont été répertoriés dans la littérature : par exemple, dans le cas où l'élève produit une réponse erronée, indiquer l'erreur et les raisons qui permettent de juger que la réponse donnée est fautive, interroger un autre élève, demander d'expliquer la démarche, indiquer la procédure correcte, etc. Notre cadre conduit, de manière analogue, à distinguer les manières d'agir de l'enseignant.e suivant qu'elles portent sur le résultat seulement (par exemple, indiquer que la réponse est fautive), sur la procédure (celle de l'élève ou celle à mettre en œuvre) ou sur les connaissances (celles de l'élève ou celles qui fondent la procédure à mettre en œuvre). Cette façon d'analyser les déroulements conduit à traiter la transcription des échanges en classe, de manière à mettre en évidence une succession d'interactions élève-enseignant.e, à chacune desquelles est associé un couple information-action (Haspekian & Roditi, 2018). L'information que constitue pour l'enseignant.e la production de l'élève, mais aussi l'action de l'enseignant.e suite à l'interprétation de cette information, peuvent être associées à un résultat (R), une procédure (P) ou un état de connaissance (C). Chaque couple information-action peut ainsi être classé dans un tableau à double entrée où figurent les neuf possibilités de couples RR, RP, RC, PR, PP, PC, CP, CP, CC (cf. tableau 3).

Information / Action	Résultat	Procédure	Connaissance
Résultat	RR	RP	RC
Procédure	PR	PP	PC
Connaissance	CP	CP	CC

Tableau 3. – Ensemble des couples information / action

Une étude menée à partir d'une telle classification rend possible à la fois la détermination de tendances dans les pratiques d'évaluation formative des enseignant.e.s, et donc de repérer des différences inter-enseignant.e.s, ainsi que la variabilité de la pratique de chaque enseignant c'est-à-dire les différences intra-enseignant.e.s. Comme cela a déjà été observé dans des recherches antérieures, la pratique d'un enseignant n'est pas constituée d'activités analogues : les activités de l'enseignant sont sujettes à une variabilité qui s'explique par le fait que ce qu'il fait n'est pas seulement dicté par ses choix *a priori*, mais par une combinaison de différents facteurs. Nous envisageons donc que les couples information-action qui peuvent être repérés pour un.e même enseignant.e soient répartis parmi les neuf possibilités. Nous faisons en outre l'hypothèse que la répartition des couples information-action pour un.e même enseignant.e au sein de la séquence d'enseignement d'un contenu mathématique est une expression de la cohérence de sa pratique d'enseignement de ce contenu, et que les écarts de répartition entre enseignant.e.s peuvent s'interpréter comme des différences de pratiques.

En lien avec les questions de « proximité » entre l'activité de l'élève et celle proposée par l'enseignant, et de « profondeur » du discours mathématique se référant plus ou moins aux connaissances mathématiques, questions qui ont été abordées dans la section précédente, nous opérons également une répartition des couples information-action suivant deux catégories qui peuvent être interprétées en termes de « proximité » ou de « profondeur ». Nous considérons, dans la première catégorie, les couples où l'information et l'action portent toutes les deux sur le résultat (couples RR), sur la procédure (couples PP) ou sur la connaissance (couples CC). L'enseignant agit alors exactement au même niveau que celui de la production de l'élève. C'est le cas, par exemple, lorsque l'enseignant.e déclare que le résultat proposé par un élève est un résultat incorrect, sans arguments complémentaires (couple RR). Ce n'est pas le cas des couples de la seconde catégorie, par exemple lorsque l'élève produit un résultat faux et que le.la professeur.e intervient en questionnant la procédure mise en œuvre pour y parvenir (couple RP) ou les connaissances qui ont conduit au choix de la procédure (couple RC). Un autre exemple se rencontre lorsqu'un.e élève indique la procédure qu'il.elle veut mettre en œuvre et que le.la professeur.e l'aide à contextualiser cette procédure à l'énoncé précis de la tâche à réaliser pour produire le résultat attendu (couple PR).

Nous sommes ainsi amenés à distinguer les régulations didactiques « horizontales » où les enseignant.e.s agissent au même niveau que l'information reçue c'est-à-dire au même niveau que la réponse de l'élève (couples RR, PP ou CC) et les régulations didactiques « verticales » où les enseignant.e.s, dans leur retour aux élèves, changent de niveau (couples RP, RC, PR, PC, CR, CP). Les pratiques évaluatives des enseignant.e.s peuvent alors aussi se comparer en considérant la répartition des régulations didactiques effectuées entre les régulations didactiques horizontales et verticales. Une question pourrait alors être étudiée (cela ne sera pas le cas ici où seules les pratiques des enseignant.e.s sont analysées) : les apprentissages des élèves sont-ils favorisés lorsque les enseignant.e.s effectuent davantage de régulations didactiques ? Une plus forte proportion de régulations verticales qu'horizontales constitue-t-elle un facteur plutôt favorable aux apprentissages ?

Cette catégorisation des régulations didactiques constitue un outil méthodologique pour leur analyse ; nous poursuivons maintenant par une présentation de sa mise en œuvre à propos de deux séquences d'enseignement des expressions algébriques menées en classe de 4^e par deux enseignants. Nous indiquons d'abord le contexte de l'enseignement, puis, sur un extrait de verbatim d'une séance, nous montrons comment le codage est effectué et nous le justifions, enfin, nous rendons compte des résultats obtenus sur l'ensemble des séances de la séquence pour chacun des deux enseignants.

Une analyse des régulations didactiques dans deux séquences d'enseignement

Le contexte de l'étude. Dans le cadre de notre travail, nous avons analysé et comparé les interactions qui ont eu lieu au cours de la première séquence d'enseignement de l'algèbre élémentaire en classe de 4^e, chez deux professeures de mathématiques à Beyrouth – Liban, désignées par professeure A et professeur B. La séquence de la professeure A est composée de cinq séances, et celle de la professeure B de sept séances, la durée de chaque séance étant d'une quarantaine de minutes environ. Les séquences ont été observées telles qu'elles étaient prévues par les enseignants, sans aucune intervention de notre part pour éviter, autant que possible, d'influer sur leur pratique. Aussi les deux séquences n'ont-elles pas la même durée et l'on trouve des différences quant aux contenus travaillés par chacun des professeures.

Un extrait codé d'une séance d'enseignement. Le passage ci-dessous est extrait de la quatrième séance de la séquence de la professeure B (voir la transcription en annexe 2). C'est une séance d'application qui porte sur le développement d'une expression algébrique en utilisant les identités remarquables.

Dans cet épisode, la professeure désigne un élève pour développer et réduire, au tableau, l'expression : $C = (x - 2)(x + 2) - (x - 3)^2$. Les échanges ont eu lieu entre l'élève (désigné par E) et la professeure (désigné par P) qui s'adressait au groupe classe et non pas à l'élève en particulier (cf. tableau 4). Toute information ou action portant seulement sur le résultat est codée par R. Elle ne comporte pas de justification ou d'étape intermédiaire, comme à la ligne 1 par exemple, où l'élève se trompe en remplaçant, sans justifier ou expliciter la procédure utilisée. Nous considérons qu'il s'agit d'une procédure (P) lorsque les étapes intermédiaires d'un calcul sont explicitées, comme à la ligne 11 de l'annexe 2 : les identités remarquables mises en œuvre sont contextualisées et les calculs se font étape par étape. La reconnaissance de l'identité remarquable à utiliser pour effectuer un calcul donné révèle un état de connaissance, comme dans les lignes 4 et 5. Mais le fait de réciter l'égalité correspondante n'est qu'une réponse, comme à la ligne 7.

N°	Interventions de l'élève E et de la professeure P	I	A
1	E : $C = (x - 2)(x + 2) - (x - 3)^2 = (x - 2)^2 - (x - 3)^2$	R	
2	P : la question demandée c'est de développer ou factoriser ?		R
3	E : développer	R	
4	P : développe. C'est de quel type ?		C
5	E : $(a - b)(a + b)$	C	
6	P : $(a - b)(a + b)$. À quoi est égal $(a - b)(a + b)$?		C
7	E : $a^2 - b^2$	R	
8	P : $a^2 - b^2$		R
9	E : $C = (x - 2)(x + 2) - (x - 3)^2 = x^2 - 2^2$	R	
10	P : E : $C = (x - 2)(x + 2) = x^2 - 2^2$. Quand il y a le moins, et pour éviter les erreurs, essayez de développer entre les parenthèses. Alors je développe $(a - b)^2$ entre les parenthèses.		P
11	E : $C = x^2 - 2^2 - (x^2 - 2 \times x \times 3 + 3^2) = x^2 - 4 - (x^2 - 6x + 9)$ $= x^2 - 4 - x^2 + 6x - 9$	P	

Tableau 4 – Un exemple de codage des interactions

Ainsi, en procédant de manière analogue, nous avons codé la transcription de l'ensemble des interactions qui se sont déroulées au cours des séquences des deux professeurs A et B, nous avons reporté ces résultats au sein de tableaux analogues à ceux présentés précédemment. Nous présentons ces tableaux (tableaux 5A et 5B) et quelques éléments d'interprétation dans le paragraphe suivant.

Comparaison des régulations didactiques des deux professeurs. Pour chaque enseignant, les effectifs des régulations didactiques relevées durant sa séquence d'enseignement ont été rassemblés dans un tableau. Le tableau 5A (à gauche) présente ainsi la répartition des 153 régulations didactiques relevées chez le professeur A, et le tableau 5B (à droite) présente celle des 373 régulations dégagées chez le professeur B.

A	R	P	C	Total
I				
R	81 72%	25 22%	7 6%	113 (74%) 100%
P	10 30%	21 64%	2 6%	33 (22%) 100%
C	1 14%	1 14%	5 71%	7 (5%) 100%
Total	92 (60%)	47 (31%)	14 (9%)	153 (100%) 100%

A	R	P	C	Total
I				
R	185 69%	50 19%	35 13%	270 (72%) 100%
P	15 31%	24 50%	9 19%	48 (13%) 100%
C	12 22%	8 15%	35 64%	55 (15%) 100%
Total	212 (57%)	82 (22%)	79 (21%)	373 (100%) 100%

Tableaux 5A et 5B. – Répartition des régulations didactiques des professeurs A et B

Aide à la lecture des tableaux. Les effectifs des régulations figurent en maigre dans chaque case ; dans la case RP du tableau A, on peut ainsi lire que la séquence du professeur A comporte 25

régulations didactiques de type RP c'est-à-dire où l'information recueillie porte sur un résultat et où l'action porte sur la procédure. Entre parenthèses et dans les marges du tableau est mentionnée la répartition des informations (I) et des actions (A) entre les modalités résultat (R), procédure (P) et connaissance (C) ; on peut lire ainsi que, dans la séquence du professeur A, 74% des informations portent sur un résultat tandis que 60% des actions portent sur un résultat. Enfin, les fréquences (pourcentage en ligne) des régulations didactiques sont mentionnées en caractères gras ; la valeur 30% qui figure dans première case de la deuxième ligne du tableau A indique que, parmi les régulations didactiques dont l'information porte sur la procédure, 30% correspondent à une action du professeur A portant sur le résultat.

L'examen de ces tableaux fournit quelques éléments de comparaison des pratiques des deux enseignants. Nous pouvons observer dans un premier temps que les régulations didactiques sont bien plus nombreuses chez le professeur B que chez le professeur A (373 contre 153) et que la différence reste importante même si l'effectif est rapporté au nombre de séances (53 pour le professeur B, 30 pour le professeur A). Chez les deux professeurs, les informations que constituent les produits des activités des élèves sont majoritairement des résultats (74% de R pour le professeur A et 72% de R pour le professeur B) ; les autres sont pratiquement tous des procédures chez le professeur A (22% de P et 5% de R) alors qu'ils sont équitablement répartis entre procédures et connaissances chez le professeur B (13% de P et 15% de C). De même, les actions des professeurs portent majoritairement sur les résultats (60% pour le professeur A et 57% pour le professeur B) ; les autres portent pratiquement toutes sur des procédures chez le professeur A (31% de P et 9% de R) alors qu'elles sont équitablement réparties entre procédures et connaissances chez le professeur B (22% de P et 21% de C).

Nous observons également que, chez les deux professeurs, les régulations didactiques horizontales sont dominantes, elles représentent les deux tiers environ du total des régulations didactiques. Autrement dit, pour deux régulations sur trois, l'action des professeurs A et B est au même niveau que l'information que constitue le produit de l'activité de l'élève (activité liée à la tâche à réaliser et/ou à l'interaction avec l'enseignant). L'examen des régulations didactiques verticales conduit à affiner notre outil méthodologique. Les fréquences des régulations de types PR, CP et CR sont analogues chez les deux enseignants, elles apparaissent sous la diagonale du tableau et correspondent à des moments où, dans une démarche de contextualisation, l'enseignant agit pour passer de la procédure au résultat, ou de la connaissance à la procédure ou au résultat. Nous qualifions ces régulations didactiques de verticales descendantes. Au contraire, les fréquences des régulations situées au-dessus de la diagonales (de types RP, RC et PC) correspondent à des moments où, dans une démarche de décontextualisation, l'enseignant agit pour passer du résultat à la procédure ou à la connaissance, ou de la procédure à la connaissance. Nous remarquons alors que les régulations dont l'action concerne la connaissance sont très peu présentes chez le professeur A, ce qui n'est pas le cas chez le professeur B (6% de RC et 6% de PC chez le professeur A contre 13% de RC et 19% de PC chez le professeur B).

L'ensemble de ces résultats fait apparaître des régulations didactiques assez variables pour chacun des enseignants avec toutefois des régulations didactiques horizontales dominantes. Il met au jour quelques différences de pratiques qui peuvent se résumer en indiquant que les régulations didactiques sont plus nombreuses chez le professeur B que chez le professeur A et, qu'en outre, il apparaît que le professeur B privilégie une action portant sur les connaissances, tandis que le professeur A agit plutôt préférentiellement au niveau des procédures.

DISCUSSION

Nous avons présenté des outils permettant de caractériser les pratiques d'évaluation, sommative et formative, des enseignants, à un niveau global (le choix de l'ensemble des

tâches mathématiques), local (la gestion de la mise en commun) et micro (les contenus des interactions en classe), en lien avec l'enseignement d'un contenu donné. Cette nouvelle entrée dans l'analyse des pratiques à travers la question de l'évaluation, nous permet de retrouver et d'enrichir de précédents résultats sur la régularité des pratiques et leur variété pour l'enseignement d'un même contenu mathématique, tout en nous donnant accès à la cohérence des logiques d'action des enseignants, en lien avec la fonction de l'évaluation. Le fait que cette étude, illustrée partiellement ici, porte à la fois sur une échelle de temps longue (plusieurs années) et avec un grain d'analyse fin (la nature de chaque interaction), nous permet de repérer de manière assez précise ce qui évolue (les choix de tâches) et ce qui est stable dans les pratiques (les écarts plus ou moins grands entre enseigné et évalué, et la gestion en classe, à un niveau local et surtout micro). Il nous reste encore à utiliser l'ensemble de ces outils sur un même corpus, pour relier entre elles ces différentes dimensions des pratiques.

Ces outils et les résultats qu'ils nous ont permis de trouver, nous donnent aussi des pistes pour penser la formation des enseignants, en utilisant la question de l'évaluation comme un levier pour une prise de conscience des choix faits (relativement aux composantes cognitive et médiative des pratiques) et des alternatives possibles. Il nous semble en particulier que la question de l'évaluation met en lumière l'importance de l'analyse a priori des contenus mathématiques et des tâches qui les mobilisent, pour permettre à la fois une prise d'informations et une exploitation pertinentes pour faire apprendre. Nous n'oublions pas de prendre en compte les contraintes liées aux autres composantes du métier (institutionnelle, sociale, et même personnelle) qui jouent vraisemblablement un rôle non négligeable dans le rapport des enseignants à l'évaluation. Par exemple, le fait d'enseigner en Zone d'Education prioritaire semble ici avoir un impact sur les pratiques d'évaluation, en ce qui concerne la profondeur que les enseignants s'autorisent dans leur discours mathématique. En outre, la tension entre « évaluer pour rendre des comptes à l'institution » et « évaluer pour faire apprendre » est un élément sur lequel il y a probablement matière à revenir avec les enseignants, pour les aider à séparer, pour mieux les gérer, ces différentes fonctions de l'évaluation dans leurs pratiques.

Même si ces résultats sont relatifs aux contenus choisis (l'algèbre élémentaire), et que l'analyse épistémologique qui en est faite définit en partie nos outils, ils pourront être étendus à d'autres contenus mathématiques.

RÉFÉRENCES

- ALLAL L., & MOTTIER LOPEZ L. (2007). *Régulation des apprentissages en situation scolaire et en formation*. Bruxelles : De Boeck.
- ALLAL L. & MOTTIER LOPEZ L. (2005). L'évaluation formative de l'apprentissage : revue de publications en langue française. In OCDE, *L'évaluation formative – Pour un meilleur apprentissage dans les classes secondaires* (pp. 265-290). Paris : OCDE / CERI Publication.
- BODIN A. (2015). Didactique des mathématiques et évaluation : petite histoire de 40 ans de chemins parallèles. À terme, l'évaluation est-elle soluble dans la didactique ? In A.-C. Mathé & E. Mounier (ed), *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques* (pp. 2-12). Paris : IREM de Paris Diderot.
- BOSCH M. & GASCON J. (2005). La praxéologie comme unité d'analyse des processus didactiques. Dans Mercier A. & Margolinas C. (Dir) *Balises pour la didactique des mathématiques* (pp. 197-122). Grenoble : La Pensée Sauvage.
- CHAPPET-PARIÈS M., PILORGE F., & ROBERT A. (2017). Pour étudier le dispositif classe inversée. Analyses des moments d'exposition des connaissances en classe et de capsules vidéos. *Petit x*, 105, 37-72.
- CHEVALLARD Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*. 19(2), 221 – 266.
- DE KETELE J.-M., GERARD F.-M., ROEGIERS X. (1997). L'évaluation et l'observation scolaires : deux démarches complémentaires, *Éducatons - Revue de diffusion des savoirs en éducation*, 12, 33-37.
- GRUGEON-ALLYS B. (2016). Modéliser le profil diagnostique des élèves dans un domaine mathématique et l'exploiter pour gérer l'hétérogénéité des apprentissages en classe : une approche didactique multidimensionnelle. *Evaluer. Journal international de Recherche en Education et Formation* (en ligne), 2.2, 63-88. <http://e-jref.org/index.php?id=137>
- HADJI (1989). *L'évaluation, règles du jeu. Des intentions aux outils*, ESF, Paris.

- HASPEKIAN M., RODITI E. (2018). Analyzing verbal interactions in mathematics classroom: connecting different research fields. In T. Dooley, & G. Gueudet, (ed). *Proceedings of the 10th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (CERME10, February 1-5, 2017). Dublin, Ireland: DCU Institute of Education and ERME., pp.2773-2780
- HOROKS J. (2008) Les Triangles semblables en classe de seconde : de l'enseignement aux apprentissages, *Recherches en didactique des mathématiques*, 28(3), 379-416.
- KIERAN C., PANG S., SCHIFTER D., & NG S. F. (2016) Early Algebra. Research into its Nature, its Learning, its Teaching. *ICMI-13 Topical Surveys*. SpringerOpen : Switzerland.
- LEONTIEV A. (1975/1984). *Activité Conscience Personnalité*. Moscou : Éditions du progrès.
- LEPLAT J. (1997). *Regard sur l'activité en situation de travail. Contribution à la psychologie ergonomique*. Paris : Presses Universitaires de France.
- PILET J. (2015). Réguler l'enseignement en algèbre élémentaire par des parcours d'enseignement différencié. *Recherches en didactique des mathématiques*, 35(3), 273-312.
- REY O. & FEYFANT A. (2014). Évaluer pour (mieux) faire apprendre. *Dossier de veille de l'Ifé*, 94. Lyon.
- ROBERT A. & ROGALSKI J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Canadian Journal of Math, Science & Technology Education*, 2(4), 505-528.
- ROBERT A. (1998) Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université, *Recherches en didactique des mathématiques*, 18(2), 139-190
- ROGALSKI J. (2003). Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'enseignant comme gestion d'un environnement dynamique ouvert. *Recherches en didactique des mathématiques*, 23(3), 343-388.
- WOZNIAK F. (2012). Analyse didactique des praxéologies de modélisation mathématique à l'école : Une étude de cas. *Éducation et didactique*, 6(2), 65-88.
- VYGOTSKI L. (1934/1997). *Pensée et langage*. Paris : La Dispute.

ANNEXE 1 : TRANSCRIPTION POUR ILLUSTRER L'ANALYSE LOCALE D'UN MOMENT DE MISE EN COMMUN

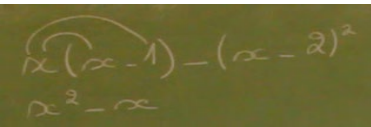
1. G demande à l'élève d'expliquer ce qu'elle a fait.
2. *Mariatou* : « J'ai pris 7 et je l'ai additionné avec 3 comme ça, ça fait 10. Ensuite j'ai additionné 128 et 128, ça m'a donné 256 et après j'ai multiplié par 10 ».
3. G : « Est-ce qu'il y en a qui reconnaissent ce qu'elle a fait la dans la troisième ligne 3 ? Est-ce que cela vous évoque quelque chose.
4. *Lydia* : La distributivité
5. G : Oui, est-ce que c'est la distributivité comme on la fait d'habitude ?
6. *Maeva* : C'est l'inverse.
7. G : C'est-à-dire l'inverse ?
8. *Maeva* : Bah en fait d'habitude la première expression qu'on aurait, c'est 10 fois 128 plus 128 et après quand on aurait développé, ça aurait fait euh...
9. G : vas y vas, ça aurait fait
10. *Maeva* : 10 fois 128 plus 10 plus 128 (hésitante)
11. G : plus 10 plus 128 (interrogateur)
12. *Maeva* : euh, fois 128.
13. G : OK, est-ce que (inaudible)
14. *E2* : bah euh 10 fois 256 c'est normalement ce qu'on a au départ et 3 fois 128 plus 7 fois 128 c'est normalement ce qu'on a après la distributivité.
15. G : ouais et 10 fois 256 c'est ce qu'on a au départ ?
16. *E2* : c'est ce qu'on a distribué
17. G : c'est ce qu'on a distribué. (G revient au tableau vers production 1). Donc là on dit qu'on avait utilisé la distributivité mais dans l'autre sens. OK ? Une fois qu'on en est là (montre ligne 3), qu'est-ce qu'on pourrait faire ici pour savoir qu'on ne s'est pas trompé ? Qu'est-ce qu'on pourrait faire ici pour voir qu'on ne s'est pas trompé ? Pour voir si tout correspond bien avec la première ligne. Qu'est-ce qu'on pourrait faire là, pour vérifier ? *Maeva* elle l'a dit hein
18. *Lydia* : On fait la distributivité euh, ça veut dire euh 10 fois 128 plus 10 fois 128
19. G : Joseph t'en penses quoi ?
20. *Joseph* : (silence)
21. G : Ok, merci Joseph ! les autres vous en pensez quoi ? *Lydia*, elle vient de développer, qu'est ça donne derrière ?
22. *E* : Ça va donner le résultat 2560.
23. G : Ma question c'était, qu'est-ce qu'on peut faire à cette ligne là, pour vérifier qu'on s'est pas trompé par rapport à cette ligne là (ligne 1).
24. *E* : Réduire
25. G : *Lydia* elle a dit on va développer. *Lydia* quand elle a développé, elle a dit, ça fait 10 fois 128 plus 10 fois 128. Qu'est-ce qu'on en pense par rapport à cette ligne-là ? Est-ce que ça correspond ?
26. *Marianna* : oui
27. G : ça correspond ? 10 fois 128 plus 10 fois 128, c'est égale à 3 fois 128 plus 7 fois 128 ?
28. *E* : non (discret)
29. G : tu sais pas, tu dis je sais pas.
30. *Yann* : Fallait pas faire 7 fois 3 ?
31. G : pourquoi on ferait 7 fois 3 ?
32. *Yann* : parce que ça commence par 3 fois quelque chose.
33. G : *Mariatou*
34. G : Bon alors, est-ce qu'on est bon ?
35. G : on n'est pas bon, c'est pas la même chose. 10 fois 128 plus 10 fois 128, c'est pas la même chose que 3 fois 128 plus 7 fois 128. Donc quelle erreur elle a fait *Mariatou* ?
36. *Lydia* : Elle a tout changé, il faut d'abord commencer par 3 fois 128 et après faire 7 fois 128. Donc c'est une erreur.
37. G : (écrit au tableau en rouge « Mauvaise utilisation de la propriété de distributivité ».)
38. G : Du coup elle a fait une mauvaise utilisation de la propriété de distributivité. Est-ce que quelqu'un peut me donner ? Comment ça s'appelle d'ailleurs cette forme là (ligne 3) ? Quand on a ça, c'est une forme qui est comment ? C'est quoi le nom technique ? C'est une forme... ?
39. *Elèves* : factorisée
40. G : factorisée et ça, c'est une forme ?
41. *Elèves* : développée (timide)

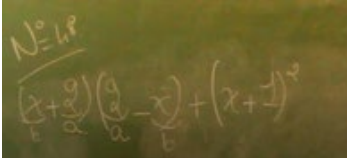
42. G : Développée, ouais très bien. Quelqu'un peut-il me donner la forme factorisée de cette forme là (ligne 1)? Quelqu'un peut-il me donner la forme factorisée de ça? Joseph... La réponse c'est soit oui, soit non.
43. *Jospeh : non*
44. G : non, OK. Est-ce-que tu es capable de me donner la forme factorisée de ça?
45. *E3 : on fait 7 fois 3 égale 21 après on fait*
46. G : tu n'es pas en train de me donner la forme factorisée, tu es en train de faire un calcul intermédiaire.
47. *E3 : Bah alors on fait 21 fois 128 plus 128.*
48. G : 21 fois ?
49. *E3 : 128 plus 128.*
50. G : Comment est-ce qu'on fait pour vérifier que c'est bien la forme factorisée ?
51. G : Tu peux prendre le micro et me dire ce que ça donne quand tu développes ?
52. *E : ca fait 21 fois 128 plus 21 fois 128.*
53. G : Est-ce que ça correspond à ça (ligne 1) ?
54. *Elèves : non*
55. G : non, ça c'est pas la bonne forme factorisée (il barre la proposition 21 fois 128 plus 28 fois 128). Marwès est-ce que tu es capable de me donner la forme factorisée de 3 fois 128 plus 7 fois 128 ?... Diana ?
56. *Les élèves répondent non.*
57. *Cyril : ca serait pas 10 fois 128 ?*
58. *E : 7 fois 3 euh entre parenthèse 128 plus 128*
59. G : 7 fois 3, 21, on retombe là-dessus.
60. *E : ça me saoule*
61. *Mariatou : peut-être 128 fois 7 plus 3 ?*
62. G : 128 ; si je développe ça donne quoi ?
63. ...
64. *E : ca fait 128 fois 7 plus 128 fois 3*
65. G : est-ce qu'on retombe bien là-dessus
66. *Elèves : oui*
67. G : ca c'est une forme
68. *Elèves : factorisée*
69. G : factorisée. Et qu'est-ce que ça donne maintenant quand on calcule ? Faress ?
70. *Faress : déjà faut faire 7 plus 3, ça fait 10. Euh, 128 fois 10, faut juste rajouter un 0, donc ca fait 1128 euh 1120 euh 1280.*
71. *Chanel : ...*
72. G : Quelqu'un peut répondre à Chanel qui me pose la question de savoir où, parce qu'en fait il y avait deux 128 et il n'y en a plus qu'un ici. Lara ?
73. *Lara : Parce qu'on a déjà pris euh, on a additionné 7 plus 3. Et euh ?*
74. G : ca te va Chanel comme réponse.
75. *Cyril : Au début on a fait 3 fois 128 et 7 fois 128, et si on rassemble euh au final on a 10 fois 128*
76. *Des élèves parlent entre eux avec cet argument. Chanel dit « Ah j'ai compris »*
77. G : Je propose une deuxième explication. En fait il n'a pas vraiment disparu le 128. Parce que ça c'est pas vraiment la même opération. Ici 'est quoi l'opération dans cette deuxième expression ?
78. *Cyril : addition*
79. G : addition ou vous connaissez le terme technique pour ? Quand on fait une ?
80. *Cyril : une somme*
81. G : Une somme, ouais, Maeva. Et là c'est quoi comme opération ?
82. *E : un produit*
83. G : En fait il n'a pas vraiment disparu le deuxième 128 Chanel, c'est juste qu'on n'a pas vraiment les mêmes opérations. On n'a pas les mêmes structures dans les expressions. Là, tu peux développer. Si tu développes, tu vas retrouver (inaudible)
84. *Elèves : on a partagé*
85. G : oui on a fait un petit partage ça peut être une explication

ANNEXE 2 : TRANSCRIPTION POUR ILLUSTRER L'ANALYSE MICRO DES INTERACTIONS ENTRE L'ENSEIGNANT.E ET LES ÉLÈVES

Professeure A

- Deuxième séance de la séquence : Séance d'application sur le développement d'une expression algébrique en utilisant les identités remarquables.
- P désigne la professeure et Es désigne un groupe d'élèves ou plusieurs élèves.
- Pour une même question, E désigne l'élève interrogé. E1, E2, E3, ... désignent respectivement un 1^{er} élève, un 2^{ème} et un 3^{ème} élève qui répondent à la question à la place de E.
- L'exercice 48 est tiré du chapitre travaillé dans le manuel.

N°	Interactions	PI	A
1	P : On rappelle les identités remarquables. Qui peut donner la 1 ^{ère} ? Oui ?		
2	E : $(a+b)^2$	R	
3	P : le carré d'une somme. Passe s'il te plaît l'écrire au tableau. Quel est son développement ?		R
4	E : $(a+b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab$. $(a-b)^2$	R	
5	P : oui ? Le carré d'une différence ?		R
6	E : $(a-b)^2$, elle nous donne $a^2 - 2ab + b^2$.	R	
7	P : oui, son développement. Et la dernière ?		R
8	E : $(a-b)$ plus $(a+b)$	R	
9	P : $(a-b)$ facteur de $(a+b)$, ok ? Le produit d'une somme par une différence de deux termes. Oui ?		R
10	E : elle nous donne $a^2 - b^2$.	R	
11	P : elle nous donne ou bien son développement est de la forme $a^2 - b^2$? Son développement.		R
12	<i>L'enseignante désigne des élèves pour passer résoudre l'exercice n°48 au tableau.</i>		
	Développer et réduire chaque expression algébrique en utilisant les identités remarquables. 48 $15x - (x + 7)^2$; $x(x - 1) - (x - 2)^2$; $(x + 2)(2 - x) + (x + 1)^2$.		
	E : $15x - (x + 7)^2$		
13	P : il faut développer et réduire chaque expression algébrique en utilisant les identités remarquables. C'est facile.		
14	E : $15x - (x^2 + 2(7x) + 7^2)$	P	
15	P : TB, moins parenthèses. Est-ce qu'il y a un problème jusqu'à maintenant ?		P
16	Es : non		
17	E : $15x - (x^2 + 14x + 49) = 15x - x^2 - 14x - 49 = -x^2 + x - 49$.	R	
18	P : $15x - (x^2 + 14x + 49)$. Oui ? très bien. Est-ce qu'il y a un problème ? Reina ?		R
19	E1 : non	R	
20	P : il n'y a pas un problème.		R
21	<i>Passage d'un élève au tableau pour effectuer n°48 (2°)</i> E : $x(x - 1) - (x - 2)^2 = x^2 - x$	R	
22	P : Tu peux mettre des flèches, comment tu développes ?		P
23	E : 	P	
24	P : TB		P
25	E : $x^2 - x - (x^2 + 4 - 4x) = x^2 - x - x^2 - 4 + 4x = 3x - 4$	R	
26	P : quelqu'un n'a pas mis les parenthèses ? Quelqu'un n'a pas fait attention que c'est moins, tout le développement de $(x - 2)^2$? Qui a fait cette faute ? Georgio, tu n'as pas mis les		P

	parenthèses ? Pourquoi ? Tu n'as pas fait attention que c'est $-(x-2)^2$? C'est moins, tout le développement de $(x-2)^2$?		
27	E2 : non	R	
28	P : et maintenant ? Regarde. Leila, comment expliquer à Georgio lorsque tu as mis ici les parenthèses ?		P
29	E : car c'est, moins tout le carré de $(x-2)$	P	
30	P : $-(x-2)^2$. N'est-ce pas ? Ok.		P
31	E : donc le moins est pour tout le terme.	P	
32	P : pour tout le développement. Ok. Dans $-(x-2)(x-2)$, le moins représente quoi ? représente quel nombre ? multiplier par quel nombre ?		C
33	E : -1	C	
34	P : -1, très bien. Donc c'est -1 multiplié par $(x-2)(x-2)$. Et c'est une identité remarquable, $(x-2)^2$. Donc c'est (-1) multiplié par $(x-2)^2$. N'est-ce pas ? Pour cela c'est (-1) multiplié par tout son développement.		P
35	<i>Passage d'une élève au tableau pour effectuer n°48(3°).</i> E : $(x+2)(2-x) + (x+1)^2 = x^2 - 4$	R	
36	P : Sandra, explique un peu. C'est quelle forme d'identité remarquable ?		C
37	E : La 3 ^{ème} , quand on a $(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$	C	
38	P : Oui, donc c'est une somme par une différence. Identifie a et b. Qui sont a et b ici ?		C
39	E : a=x et b=2.	R	
40	P : donc c'est $(x+2)$ et $(x-2)$. Mais dans le 2 ^{ème} terme, c'est $(2-x)$. Est-ce que c'est $(x-2)$?		R
41	E : non	R	
42	P : donc, identifie maintenant a et b.		P
43	E : $(x+2)$ c'est a et $(2-x)$ c'est b.	R	
44	P : ce n'est pas le cas.		R
45	E : on ne peut pas car x doit être ici (en désignant x à la place du 2 dans $(2-x)$)	R	
46	P : lorsque tu as vu le terme $(2-x)$, n'est-ce pas. Donc tu as dit c'est (a-b). Identifie quel est le a dans ce cas ? $(2-x)$, (a-b), identifie. Quel est le a ? Qui représente a dans ce cas ?		P
47	E : 2	R	
48	P : le 2. Écris, sous le 2, écris un petit a et sous le x écris,		R
49	E : $(x+2)(2-x) + (x+1)^2$		
50	P : Ok. On a commencé par la 2 ^e ; (a-b). Alors qui est a et qui est b dans la 1 ^e ? Identifie aussi (a+b).		
51	E : 	P	
52	P : ce n'est pas $(a+b)=(b+a)$? $(a+b)=(b+a)$, n'est-ce pas ? Ok. Maintenant efface et redéveloppe. C'est le carré de a moins le carré de b.		P
53	E : $4 - x^2$	R	
54	P : TB. Est-ce que tu es convaincue ? Le a identifié par le 2 et le b par le x, n'est-ce pas ? Ok, continue. Est-ce qu'on a besoin des parenthèses ici ?		P
55	Es : non	P	
56	P : ce n'est pas (-1) facteur, c'est (+1). Et est-ce que le (+1) il a un grand rôle dans la multiplication ?		P
57	Es : non	R	
58	P : non, TB.		R
59	E : $4 - x^2 + x^2 + 1 + 2x = -x^2 + 3x^2$	R	
60	P : Youssef, est-ce qu'il y a un problème au tableau ?		R
61	E2 : oui	R	
62	P : dis-moi		R
63	E2 : $-x^2 + x^2 = 0$	R	
64	P : égal à zéro. Oui TB. Sandra, attention.		R
65	E : $2x + 5$	R	
66	P : TB		R

Professeure B

- Quatrième séance de la séquence : Séance d'application sur le développement d'une expression algébrique en utilisant les identités remarquables.
- Les exercices 9 et 10 sont tirés du chapitre travaillé dans le manuel.

N°	Interactions	PI	A
1	Exercice 9 : Développe et réduis. 1°) $A = (2x + 1)^2 + (x - 1)(3x - 1)$. 2°) $B = (x - 3)^2 - 3x(2x + 1)$. 3°) $C = (x - 2)(x + 2) - (x - 3)^2$. 4°) $D = (x - 2y)^2 + (2x + y)^2$. 5°) $E = \left(\frac{x}{2} + y\right)^2 + \left(\frac{x}{2} - y\right)^2$. 6°) $F = (3x - y)^2 - (3x + y)^2$.		
2	E : on peut développer (inaudible)	P	
3	P : tu peux, oui, mais essayez d'appliquer l'identité.		P
4	<i>Passage d'un élève au tableau pour développer et réduire l'expression B.</i> E : $B = (x - 3)^2 - 3x(2x + 1) = x^2 - 2 \times x \times 3 + 3^2 - 6x^2 - 3x =$	P	
5	P : là, suivez un peu, il y a le moins. Il faut faire attention au signe moins pour éviter les erreurs. Premièrement, je développe (a-b) ² c'est $x^2 -$, il faut essayer de donner direct la réponse au lieu de dire $2x \times 3$, directement ... <i>L'enseignante lit les étapes à haute voix pendant que l'élève continue la résolution au tableau</i>		P
6	E : $B = x^2 - 6x + 9 - 6x^2 - 3x = -5x^2 - 9x - 9$	R	
7	P : il faut réduire les termes semblables, $-3x - 6x = -9x$		R
8	<i>L'enseignante propose de développer et réduire, en individuel, l'expression C. Elle circule entre les élèves et vérifie leur travail.</i> <i>En s'adressant, individuellement à une élève :</i> P : joelle, à quoi est égale (a-b)(a+b) ?		
9	E : $a^2 - b^2$	R	
10	P : $a^2 - b^2$		R
11	<i>Passage d'un élève au tableau pour développer et réduire l'expression C.</i> E : $C = (x - 2)(x + 2) - (x - 3)^2 = (x - 2)^2 - (x - 3)^2$	R	
12	P : la question demandée c'est de développer ou factoriser ?		R
13	E : développer	R	
14	P : développe. C'est de quel type $(x - 2)(x + 2)$?		C
15	E : (a-b)(a+b)	C	
16	P : (a-b)(a+b). À quoi est égale (a-b)(a+b) ?		C
17	E : $a^2 - b^2$	R	
18	P : $a^2 - b^2$		R
19	E : $C = (x - 2)(x + 2) - (x - 3)^2 = x^2 - 2^2$	R	
20	P : $(x - 2)(x + 2) = x^2 - 2^2$. Quand il y a le moins, et pour éviter les erreurs, essayez de développer entre les parenthèses. Alors je développe (a-b) ² entre les parenthèses.		P
21	E : $C = x^2 - 2^2 - (x^2 - 2 \times x \times 3 + 3^2) = x^2 - 4 - (x^2 - 6x + 9)$ $= x^2 - 4 - x^2 + 6x - 9$	P	
22	P : Que représente le moins avant les parenthèses ?		C
23	Es : l'opposé	C	
24	P : l'opposé. Quel est l'opposé de moins ?		P
25	Es : plus	R	
26	P : +6x. Quel est l'opposé de plus ?		P
27	Es : moins	R	
28	P : moins 6, moins 3 ² . Je réduis maintenant les termes semblables. $x^2 - x^2 ? -9 - 4 ?$		R
29	E : $C = 6x - 13$	R	
30	P : donc toujours s'il y a moins avant les parenthèses, développez entre les parenthèses puis passez à l'opposé. Le moins avant les parenthèses représente l'opposé.		C
31	E1 : je n'ai pas compris	P	

32	P : bon je répète. Je peux développer normalement, par termes, ou bien j'applique l'une des identités $(a-b)(a+b)$. À quoi est égale $(a-b)(a+b)$?		P
33	E1 : a^2-b^2	R	
34	P : a^2-b^2 , le 1 ^{er} terme au carré moins le 2 nd terme au carré.		R
35	P : Rebecca, $(a-b)^2$, à quoi est égale ?		
36	E1 : $a^2 - 2ab + b^2$	R	
37	P : 1 ^{er} terme au carré $- 2ab + b^2$		R
38	E2 : si on $(x - 2)$ et $(x + 2)$?	R	
39	P : multiplié par, facteur.		R
40	E2 : $(x - 2)(x + 2)$, on met x^2 moins ...	R	
41	P : c'est de quel type $(x - 2)(x + 2)$?		C
42	E2 : $(a-b)(a+b)$	C	
43	P : $(a-b)(a+b)$ égal ?		
44	E2 : a^2-b^2	R	
45	P : a^2-b^2		R
46	<i>Passage d'un élève au tableau pour développer et réduire l'expression D.</i> E : $D = (x - 2y)^2 + (2x + y)^2 = x^2 - 2x \times 2y$	P	
47	P : développe de côté $(a-b)^2$.		R
48	E : $(a-b)^2=a^2-2ab+b^2$	R	
49	P : lit la réponse à haute voix, puis l'enseignante continue à dicter la solution à l'élève et corrige ce qu'il est en train d'effectuer.		P
50	E1 : Mme je n'ai pas compris comment on a fait la 2 ^{ème} .	P	
51	P : qu'est-ce qu'il y a dans D ? $(x - 2y)^2$ de type $(a-b)^2$. Je développe. À quoi est égale $(a-b)^2$?		P
52	E1 : a^2-b^2	R	
53	P : à quoi est égale $(a-b)^2$?		R
54	E1 : $a^2-2ab+b^2$	R	
55	P : $a^2-2ab+b^2$. La même chose $(a+b)^2=a^2+2ab+b^2$. Je réduis les termes semblables.		P
56	<i>Passage d'un élève au tableau pour développer et réduire l'expression C.</i>		
57	Exercice 10 : Développe et réduis. 1°) $A = 3(x - 5)^2 - 2(x - 6)^2$. 2°) $B = 4(-x + 2)^2 - 3(-x + 8)(-2x + 2)$. 3°) $C = 4(a - 2)^2 - 3a(1 - 2a) - 2a + 1$. 4°) $D = (2x - 3)^2 + (2x - 3)(2x + 3)$. 5°) $E = (3x - 2)^2 - (-3x + 2)^2$. 6°) $F = (5x - 1)^2 - (5x + 1)^2$.		
58	E : $C = 4(a^2 - 2 \times a \times 2 + 2^2) - 3a + 6a^2 - 2a + 1$ $= 4(a^2 - 4a + 4) - 3a + 6a^2 - 2a + 1$ $= 4a^2 - 16a + 16 - 3a + 6a^2 - 2a + 1$ $= 10a^2 - 21a + 17$.	P	
59	L'enseignante lit ce que l'élève écrit au tableau. P : c'est juste. Est-ce qu'il y a des termes semblables ?		P
60	E : oui	R	
61	P : $4a^2 + 6a^2$?		R
62	E : $10a^2$	R	
63	P : $-16a - 3a - 2a$?		R
64	E : $-12a$	R	
65	P : $+16+1$?		R
66	E : $+17$ $C = 10a^2 - 21a + 17$	R	
67	P : Ok. Des questions ?		R
68	E1 : Mme je n'ai pas compris	P	
69	P : tu n'as pas fait attention. Je répète l'explication. L'enseignante reprend étape par étape le développement et la réduction		P
70	E2 : Mme comment on sait que c'est l'identité ?	C	
71	P : est-ce que ça peut s'écrire $(a-b)^2$, $(a+b)^2$, $(a-b)(a+b)$? sinon on développe normalement		C
72	<i>Passage d'un élève au tableau pour développer et réduire l'expression D</i>		

	$E : D = (2x - 3)^2 + (2x - 3)(2x + 3) = (2x)^2 - 2 \times 2x \times 3 + 3^2 +$	P	
73	P : c'est de quel type la 2 ^{ème} ?		C
74	$E : (a-b)(a+b) = a^2 - b^2.$	C	
75	P : $(a-b)(a+b)$		C
76	$E : D = (2x)^2 - 2 \times 2x \times 3 + 3^2 + (2x)^2 - 3^2$ $= 4x^2 - 12x + 9 + 4x^2 - 9 = 8x^2 - 12x.$	P	
77	P : je réduis les termes semblables. <i>L'enseignante lit les étapes.</i>		P
78	E1 : je n'ai pas compris pourquoi $(2x)^2$?	R	
79	P : répète la question.		R
80	E1 : ici $(2x - 3)(2x + 3)$	R	
81	P : c'est de quel type ?		C
82	E1 : $(a-b)(a+b)$	C	
83	P : à quoi est égale $(a-b)(a+b)$?		R
84	E1 : $a^2 - b^2$	R	
85	P : $a^2 - b^2$. Le 1 ^{er} terme au carré (en entourant 2x) moins le 2 ^{ème} terme au carré (en entourant le 3).		P